

Efecto de la productividad pesquera en la concentración del oxígeno disuelto en cuerpo marino, puerto Malabrigo, La Libertad, Perú.

Lupo L. Varas Ponce¹, José F. Rivero Méndez²

¹SENATI, Parque Industrial Lote 28A, La Esperanza, Trujillo, La Libertad, Perú,
lvaras@senati.edu.pe

²Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II, Ciudad Universitaria, Trujillo, La Libertad, Perú, joferime@hotmail.com

Recibido: 27-10-2014

Aceptado: 27-08-2015

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la productividad pesquera en la concentración del oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor de Puerto Malabrigo; distrito de Rázuri; provincia de Ascope; región de La Libertad en el periodo de producción del año 2011, y elaborar un modelo matemático para predecir la concentración de oxígeno disuelto a partir de un nivel de productividad pesquera de harina de pescado. Se recolectaron datos de la fuente de gobierno regional: archivos y documentos y del ministerio de la producción y fueron procesados estadísticamente, elaborándose un modelo matemático con la ayuda de software. El resultado fue que existe una correlación entre las variables productividad pesquera (x) y la concentración de oxígeno disuelto (y) en cuerpo marino receptor, siguiendo la ecuación polinómica $y=401,99(x)^3 - 5353,1(x)^2 + 23\,744(x) - 35\,075$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9662$. Se concluye que el modelo matemático obtenido puede predecir la concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor en puerto Malabrigo para un nivel de productividad pesquera y los valores de oxígeno disuelto superficie y fondo.

Palabras clave: Productividad Pesquera, cuerpo marino receptor, oxígeno disuelto, puerto Malabrigo.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of fish productivity in the concentration of dissolved oxygen in marine receiving body Puerto Malabrigo; Rázuri district; Ascope Province; region of La Libertad in the production period of 2011, and develop a mathematical model to predict the concentration of dissolved oxygen from a level of fish productivity of fishmeal. Data source regional government were collected: files and documents and ministry of production and were processed statistically, a mathematical model was done. The result was a correlation between the variables, fish productivity (x) and the dissolved oxygen concentration (y) in marine receiving body, following polynomial equation, $y=401,99(x)^3 - 5353,1(x)^2 + 23\,744(x) - 35\,075$, with a degree of determination of $R^2 = 0,9662$. We conclude that the obtained mathematical model can predict the concentration of dissolved oxygen in marine receiving body of Malabrigo port, to a level of fish productivity and values of surface and bottom.

Keywords: Fishery productivity, marine receiving body, dissolved oxygen, Malabrigo port.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es una preocupación global debido a que debemos garantizar la sostenibilidad del medio ambiente incorporando principios de desarrollo sostenible en políticas y programas nacionales con el objetivo de reducir la pérdida de la biodiversidad (ONU, 2010).

En la actualidad en nuestro país el cuerpo marino receptor de los puertos están siendo contaminados debido al continuo crecimiento de la flota pesquera y del número de plantas procesadoras de harina y aceite de pescado, no obstante que se vienen aplicando cuotas individuales de pesca de anchoveta para cada planta procesadora.

En La Libertad, una de sus políticas regionales es promover la conservación del medio ambiente y el manejo sostenible e integrado de los recursos naturales y la biodiversidad, promoviendo investigaciones e innovación tecnológica orientadas a tecnologías limpias y/o eco eficientes (CERPLAN, 2009).

Actualmente la productividad pesquera (producción de harina de pescado) constituye una actividad importante de nuestra región, después de la minera y la agroindustrial, y se realiza principalmente en puerto Malabrigo, Ascope, La Libertad, sin embargo se ha convertido en un problema sanitario crítico, por la baja concentración de oxígeno disuelto, debido a que en dicha zona operan 8 plantas pesqueras, cuyos efluentes líquidos no tratados son descargados al cuerpo marino receptor deteriorando la flora y la fauna marina.

Según Cortez (2010), la contaminación de las aguas de Puerto Malabrigo se evidencia con valores de oxígeno disuelto (OD) de 0,05 mg/L en el fondo y en la superficie, además de alta concentración de plomo y mercurio. Asimismo afirma que “la industria pesquera en épocas de intensa actividad genera impactos negativos sobre el sistema marino litoral, incrementándose el número de coliformes fecales y totales, así como el número de enterococos ocasionando que las playas de clase I pasen a clase II, así mismo encontró alta demanda bioquímica de oxígeno y bajas concentraciones de oxígeno disuelto a nivel superficial”.

Vásquez (2005), menciona que la “la industria pesquera genera impactos ambientales negativos valorados como significativos y muy significativos sobre el sistema marino litoral de puerto Malabrigo siendo los poliquetos de los géneros nereis, diopatra y chaethopterus los indicadores del impacto ambiental negativo”.

Las plantas pesqueras, durante el procesamiento de la anchoveta para la producción de alimentos de consumo humano indirecto, contaminan el agua con los efluentes líquidos residuales provenientes de sus procesos industriales.

El proceso de elaboración de harina y aceite de pescado involucra las siguientes operaciones unitarias: descarga y recepción de materia prima, almacenamiento de pescado, cocción, extrusión o prensado, secado, evaporación, centrifugación, molienda y empaque entre otros.

La calidad de la harina depende en un 70-75 % de la calidad de la materia prima, el tipo de especie y la frescura y/o grado de deterioro resultan los principales factores.

El efluente pesquero que se descarga a través del emisor, es el agua de bombeo y sanguaza, procedente de etapas de descarga-recepción y almacenamiento, respectivamente. El agua de bombeo es el fluido, mezcla de pescado y agua (1:2), que se encarga de llevar el pescado desde la chata a la poza de la planta pesquera. El pescado en descomposición produce sangre que se disuelve en el agua de bombeo, que luego de ser tamizado en la poza de la pesquera, es devuelta al cuerpo marino receptor.

La presencia de grasas en los efluentes de la planta de harina de pescado, ocasiona a largo plazo un impacto sobre el cuerpo marino receptor, debido a que la grasa no se degrada rápidamente dilatándose su desintegración en el tiempo, generando un efecto invernadero en el mar; disminuyendo el oxígeno disuelto y la generación de fitoplancton, el cual es alimento para la fauna marina.

La contaminación del cuerpo marino puede afectar el equilibrio ecológico marino, reducir la tasa de supervivencia de los organismos acuáticos, contaminar el pescado y los crustáceos, generar cambios en el florecimiento de las macro algas y fitoplancton y crear problemas a la salud humana.

La bahía de Puerto Malabrigo es estratégicamente importante desde el punto de vista industrial y turístico, sin embargo no se le viene prestando la atención debida para solucionar el problema de la contaminación del cuerpo marino receptor.

El objetivo de este estudio se orientó a evaluar el efecto de la productividad pesquera en la concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor y elaborar un modelo matemático que relacione las variables productividad pesquera y oxígeno disuelto.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Objeto de estudio

El objeto de estudio fue el cuerpo marino receptor de puerto Malabrigo, donde operan 8 plantas pesqueras que emiten sus efluentes líquidos al mar, de donde se recolectaron muestras de agua para determinar el oxígeno disuelto durante los meses de producción de harina de pescado del año 2011.

2.2 Equipos e instrumentos

Se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

Envases para el traslado de muestras, etiquetas y plumones para etiquetar muestras, termómetro digital para medir la temperatura del agua, medidor de pH para medir la acidez del agua, sistema de posición geográfica (GPS) para ubicar las estaciones de muestreo, embarcación artesanal para el traslado de las muestras a la orilla, caja térmica con hielo para mantener la muestra refrigerada y ropa de protección (mandiles, guantes, botas, mascarilla, lentes, correas y casco). La información sobre el objeto de investigación fue obtenida de los informes de Aprochicama a la Gerencia Regional de la Producción, y los análisis fueron realizados por CERPER, utilizando el protocolo para el monitoreo de efluentes según Ministerio de Pesquería (2002).

La muestra estuvo constituida por 8 estaciones de muestreo, de los cuales se selecciono 6 estaciones, siendo la variable independiente productividad pesquera (TM desembarque de anchoveta/TMB harina pescado) y la variable dependiente la concentración de oxígeno disuelto (OD) (mg/L).

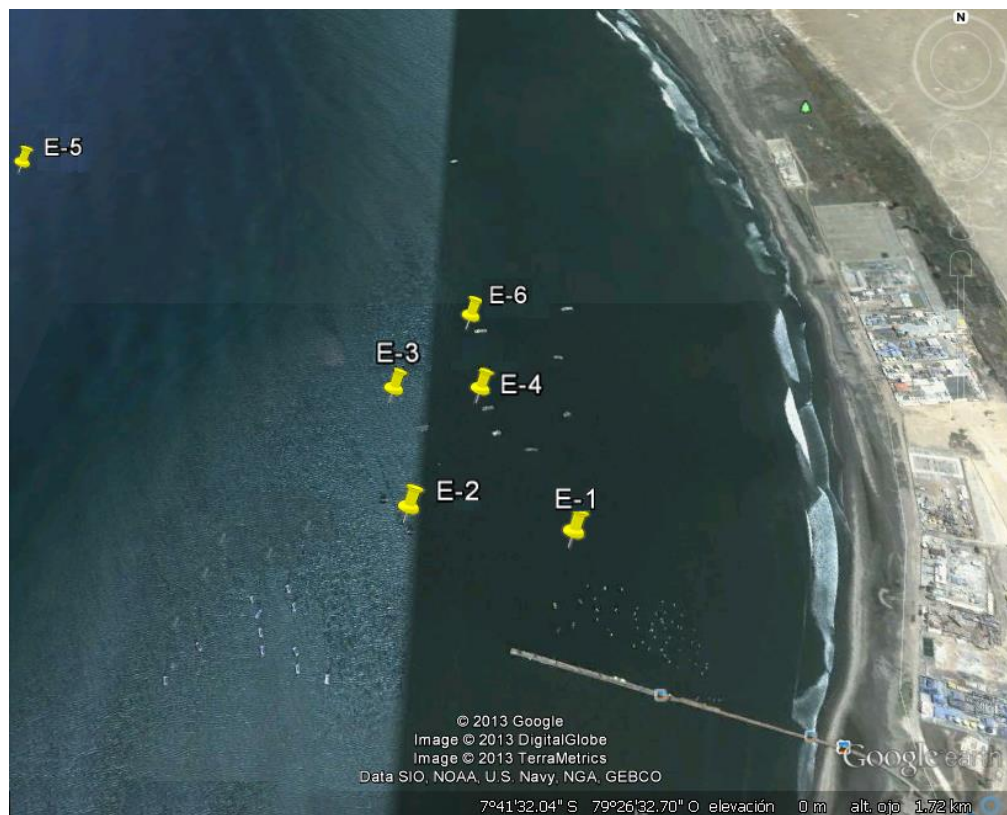


Fig. 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo en el ecosistema de puerto Malabrigo (Fuente: Google 2013)

2.3 Métodos y técnicas

Se ha utilizado el método APHA para determinar el oxígeno disuelto, siguiendo el protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino del Ministerio de Pesquería (2002).

Los análisis se realizaron en los meses de: enero, abril, junio, noviembre y diciembre del año 2011 y fueron comparados con la productividad pesquera de las 8 plantas de Puerto Malabrigo.

El modelo matemático fue elaborado usando el método propuesto por el autor,

Se procesó la información de toneladas de desembarque de anchoveta para procesamiento de harina de pescado y la producción de harina para los respectivos meses de desembarque. Se encontró la productividad pesquera de las plantas de Puerto Malabrigo dividiendo las toneladas de desembarque por las toneladas de harina para los meses en de producción pesquera. Los resultados de productividad se ordenaron de menor a mayor y se compararon con la concentración de oxígeno disuelto para los meses correspondientes. Luego se graficó la *productividad pesquera* (variable independiente) en el *eje x* y el *oxígeno disuelto* (variable dependiente) en el *eje y*.

Los datos se procesaron en hoja de cálculo EXCEL, se insertó un gráfico de dispersión y se agregó una línea de tendencia polinómica.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estaciones de muestreo seleccionadas para la presente investigación corresponden a las estaciones monitoreadas por el Ministerio de la Producción, las muestras fueron recolectadas por empresas pesqueras pertenecientes APROCHICAMA y procesadas en los Laboratorios de CERPER, encontrándose datos de concentración de oxígeno disuelto a nivel de superficie y a fondo para los meses de enero, abril, junio, noviembre y diciembre del 2011, luego se encontró el promedio de concentración de oxígeno disuelto en cada mes de estudio (tabla 1).

Tabla 1. Concentración mensual de oxígeno disuelto OD, en cuerpo marino receptor (Año: 2011)

ESTACION	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PROFUN- DIDAD (m)	ENERO	ABRIL	JUNIO	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	S	W		OD (mg/L)	OD (mg/L)	OD (mg/L)	OD (mg/L)	OD (mg/L)
E-1 F. Emisor –Tasa Sur/ Superficie	07°41'29''	79°26'50''	0,0	3,68	4,01	5,52	0,80	0,97
E-1 F. Emisor –Tasa Sur/ Fondo			7,0	2,22	2,30	3,51	0,47	0,41
E-2 Chata Tasa Sur/ Superficie	07°41'27''	79°26'39''	0,0	2,02	5,86	4,26	2,15	3,11
E-2 Chata Tasa sur/ Fondo			5,5	1,97	3,36	2,96	1,17	1,74
E-3 F. Emisor – Copeinca/Superficie	07°41'16''	79°26'41''	0,0	4,34	6,31	5,02	2,62	2,20
E-3 F. Emisor – Copeinca/ Fondo			5,5	2,62	6,01	4,72	1,03	1,53
E-4 Chata Copeinca/Superficie	07°41'16''	79°26'34''	0,0	2,12	4,11	3,31	1,64	2,60
E-4 Chata Copeinca/ Fondo			6,0	1,31	2,55	3,06	1,17	1,07
E-5 F. Emisor – Hayduk/ Superficie	07°40'47''	79°27'21''	0,0	6,05	3,81	3,86	1,36	2,09
E-5 F. Emisor – Hayduk / Fondo			8,0	3,23	2,60	3,31	1,31	1,79
E-6 Chata Hayduk/ Superficie	07°41'08''	79°26'35''	0,0	2,27	4,36	4,11	1,40	1,48
E-6 Chata Hayduk/F			6,5	1,36	3,61	2,51	1,40	0,51
PROMEDIO				2,76	4,07	3,84	1,38	1,62

Fuente: Elaboración a partir de informes de ensayo CERPER 2011

Tabla 2. Concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor según productividad mensual (Año: 2011)

MES	Desembarque (TM)	Producción Harina (TMB)	Productividad (TM pescado/TMB harina)	Oxígeno Disuelto OD (mg/L)
DICIEMBRE	281 035	66 964	4,196807240	1,625
JUNIO	8 183	1 876	4,361940299	3,840
ABRIL	73 233	16 676	4,391520748	4,074
NOVIEMBRE	73 180	16 064	4,555527888	1,378
ENERO	28 426	6 119	4,645530315	2,766
TOTAL	464 057	107 699	4,30883295	2,736

Fuente: Portal web de ministerio de la producción: www.produce.gob.pe (Anuario Estadístico 2011)

Se procesó la información de toneladas de desembarque de anchoveta para procesamiento de harina de pescado y la producción de harina para los meses de enero, abril, junio, noviembre y diciembre del año 2011. Se encontró la productividad pesquera de las plantas de Puerto Malabrigo dividiendo las toneladas de desembarque por las toneladas de harina para los meses en que hubo producción pesquera. Los resultados de productividad fueron ordenados de mayor a menor, en el mes de diciembre la productividad fue de 4,197 TM pescado/TM harina pescado y en enero fue de 4,645 (tabla 2). La productividad en el mes de diciembre fue mayor debido a que se utilizó 4,197 toneladas de pescado anchoveta para producir 1 tonelada de harina, mientras en enero del mismo año se utilizó 4,645 toneladas de anchoveta para producir 1 tonelada de harina de pescado (10,67% más materia prima).

Se graficó la *productividad pesquera* (variable independiente) en el *eje x* y el *oxígeno disuelto* (variable dependiente) en el *eje y*.

El resultado fue que existe una correlación entre ambas variables, siguiendo la ecuación polinómica $y = 401,99(x)^3 - 5353,1(x)^2 + 23\,744(x) - 35075$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9662$. (Fig. 2).

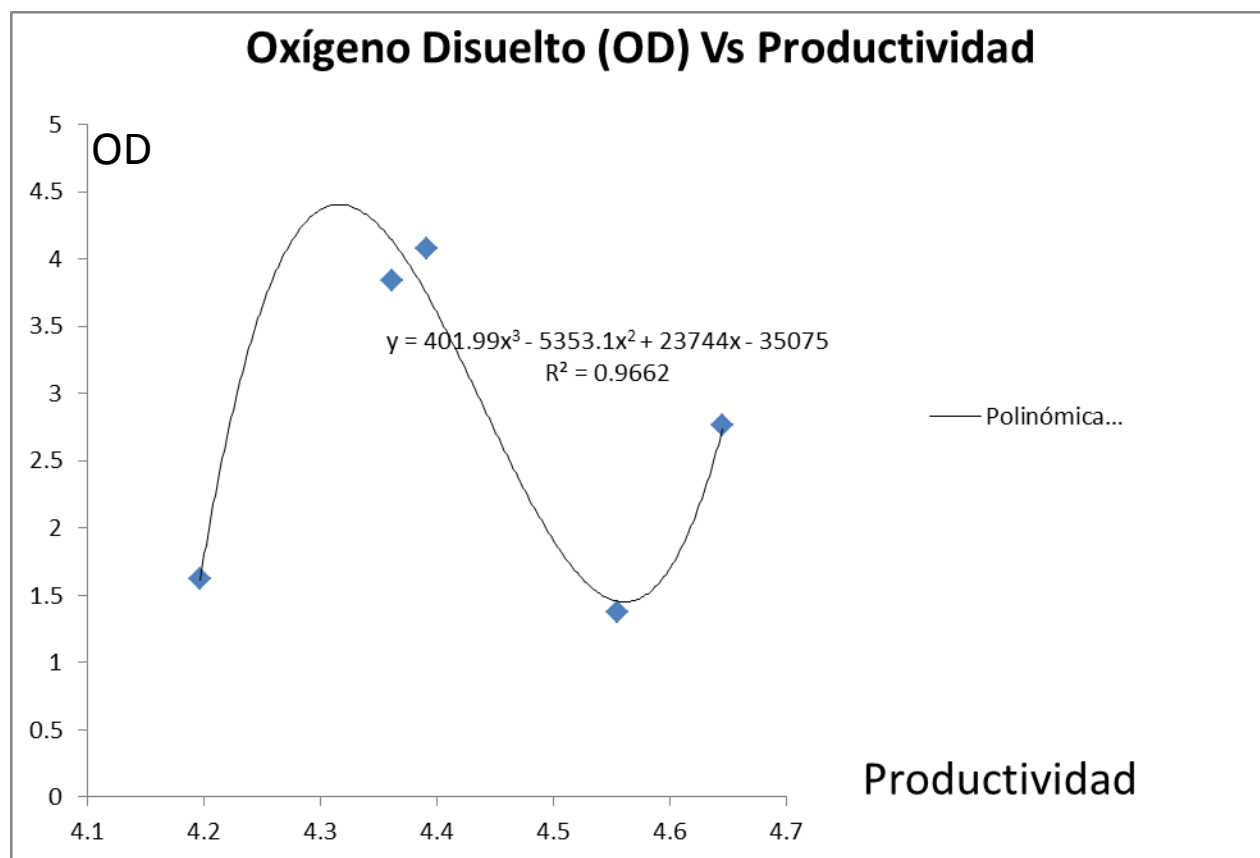


Fig. 2. Concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor según la productividad total de plantas pesqueras de puerto Malabrigo (2011).
 Fuente: Tabla 2

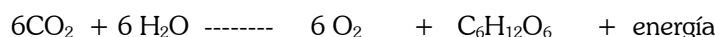
IV. DISCUSIÓN

Una de las variables de calidad de agua de ecosistemas marinos costeros es el oxígeno disuelto (OD) debido a la importancia para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica.

El oxígeno que está disuelto en el agua (OD), se logra por difusión del aire del entorno, la aireación del agua; y como un producto de desecho de la fotosíntesis, la fórmula simplificada de la fotosíntesis está dada por:

Fotosíntesis (en presencia de luz y clorofila):

Dióxido de carbono + Agua -----> Oxígeno + nutriente rico en carbono + energía



Si se consume más oxígeno que el que se produce y capta del cuerpo marino receptor, la concentración de OD caerá hasta alcanzar niveles de por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos, rompiéndose la cadena trófica. Los peces son particularmente sensibles a la hipoxia (bajas [OD])

Los valores promedios de oxígeno disuelto tomados en las estaciones de muestreo para los meses de producción de harina de pescado, se encontraron valores mínimos en noviembre (1,378 mg/L) y diciembre (1,625 mg/L), valores por debajo 4 mg/L que es el estándar de calidad ambiental ECA Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” ecosistemas marinos costeros, según Ministerio del Ambiente (2008). En el mes de abril el oxígeno disuelto fue máximo (4,074 mg/L) seguido de junio (3,84 mg/L), cumpliendo con el ECA Categoría 4, el mes de abril, sin embargo en el mes de junio no se cumple con el ECA, así como en el mes de enero, 2,76 mg/L (tabla 1).

Si calculamos el volumen de descarga de efluentes líquidos, según Cabrera (2012) y mediante una estimación en base de la materia prima procesada y en función a factores generalmente aceptados, tenemos:

AB = Agua de bombeo = Agua / pescado: 2:1	= 2.00
S = Sanguaza = 50 l/Ton. Pescado	= 0.05
AD = Agua dulce = 200 l/Ton. Pescado	= 0.20
AMPAC = Agua de mar de Planta de Agua de Cola	= 4.94
AC = Agua de cola = 500 l/Ton. Pescado	= 0.50
Total de descarga	= 7,69 m ³ / Ton. pescado

$$\text{Descarga de efluentes líquidos} = \text{TM pescado} \times (\text{AB} + \text{S} + \text{AD} + \text{AMPAC} + \text{AC})$$

La materia prima desembarcada (anchoveta y otras especies) para el proceso de harina de pescado en puerto Malabrigo, durante el año 2011, según el Ministerio de Pesquería fue de 464057 TMB/año (Tabla 1).

Descarga de efluentes líquidos = 464 057 toneladas de pescado x 7,69 m³ / ton. pescado
 Descarga de efluentes líquidos = 3 568 598,33 m³/año

Según Cabrera (2012), el promedio de las concentraciones de carga orgánica (DBO₅) en los siguientes efluentes de la industria de harina de pescado son:

Agua de cola:	45,375 mg DBO ₅ /L	= 45,375	Ton DBO ₅ / m ³
Sanguaza:	42,000 mg DBO ₅ /L	= 42,000	Ton DBO ₅ /m ³
Agua de bombeo:	4,960 mg DBO ₅ /L=	4,960	Ton DBO ₅ /m ³
Total		= 92,335	Ton DBO ₅ /m ³

Descarga de efluentes = TM pescado x (AC + S + AB) m³/año

Descarga de efluentes = 464 057 Ton pescado x (0,50 + 0,05 + 2,00) = 1183345,35 m³/año

Por tanto, la carga orgánica aportada por la industria de harina de pescado en el cuerpo marino receptor, durante el año 2011 es aproximadamente 15 759, 54 Ton DBO₅/año, significa que la cantidad de oxígeno que debe generar el cuerpo marino receptor es de 15 759 Ton/año. Este valor es proporcional al calculado por Cabrera (2012) en su estudio para la recuperación de la bahía de Chancay.

Según tabla 1, el promedio anual de OD para el año 2011 en épocas de producción fue de 2,736 mg/L, esto ocasiona la muerte de peces por hipoxia (OD menor de 4 mg/L), Ministerio del Ambiente (2008).

La productividad de harina de pescado es indicador que relaciona las toneladas de anchoveta que se requiere para producir una tonelada de harina de pescado. Este valor oscila alrededor de 4,1 a 4,4, (4,1 indica mejor productividad que 4,4) dependiendo de la tecnología utilizada por cada planta pesquera. Según el Scotiabank (2012) la productividad pasó de 4,4 TM de anchoveta por 1 TM de harina en el 2008 a 4,3 TM de anchoveta por 1 TM de harina en el año 2009.

Los resultados de productividad fueron ordenados de mayor a menor, en el mes de diciembre la productividad fue de 4,19 TM pescado/TM harina pescado mayor que en enero (4,64 TM pescado/TM harina pescado) (tabla 2).

Al graficar la productividad de las plantas pesqueras (*eje x*) y el oxígeno disuelto (OD) presente en el cuerpo marino receptor (*eje y*) de puerto Malabrigo se encontró la función polinómica $y=401,99(x)^3 - 5353,1(x)^2 + 23\,744(x) - 35\,075$, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9662$.

Esta ecuación permite predecir la concentración de OD para una determinada nivel de productividad, así para una productividad de *harina y aceite de pescado*, aplicando la ecuación se obtiene la *concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor*.

Tabla 3. Cuadro comparativo de concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor según productividad (real y teórico).

Productividad pesquera	OD real	OD teórico
4.1968	1.625	3.584
4.3619	3.84	6.208
4.3915	4.074	5.829
4.5552	1.378	3.638
4.6455	2.766	4.971

V. CONCLUSIONES

1. Existe un modelo matemático obtenido que puede predecir la concentración de oxígeno disuelto en el cuerpo marino receptor en Puerto Malabrigo, cuya función es $y=401,99(x)^3 - 5353,1(x)^2 + 23\ 744(x) - 35\ 075$, donde x representa la productividad pesquera y (y) la concentración de oxígeno disuelto., con un coeficiente de determinación $R^2: 0,0962$
2. El valor de oxígeno disuelto anual promedio fue para el año 2011, en épocas de producción, de 2,736 mg/L según Ministerio de Ambiente (2008), esto significa que los efluentes pesqueros generan un impacto negativo sobre el cuerpo marino receptor de puerto Malabrigo.
3. La recuperación de sólidos suspendidos totales contenidos en los efluentes es importante para reducir la carga microbiana y la demanda bioquímica de oxígeno, así mejoraría la concentración de oxígeno disuelto en cuerpo marino receptor de puerto Malabrigo, convirtiéndola en zona para la práctica de actividades recreativas y turísticas.

RECOMENDACIONES

1. implementar un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), considerando plantas de tratamiento de efluentes residuales con la finalidad de mitigar el impacto ambiental que actualmente están ocasionando, lo que les permitirá además cumplir con la legislación actual que exige el Ministerio de Producción y Ministerio del Ambiente
2. Seguir investigando en los próximos años, incorporando el efecto del cambio climático en los puertos liberteños de Pacasmayo, Malabrigo y Salaverry, debido al calentamiento de la tierra la temperatura del mar se incrementará, disminuyendo la concentración de oxígeno disuelto, el pH de agua de mar se acidifica, y las corrientes de agua caliente harían migrar a la anchoveta hacia el sur, la actividad pesquera está en peligro los próximos años.

AGRADECIMIENTOS

1. Gerencia Regional de Producción de Gobierno Regional de La Libertad.
2. Asociación de Productores de Harina de Pescado de Puerto Malabrigo (APROCHICAMA).
3. Certificaciones Peruanas (CERPER)

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRERA, C. (2012). **Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación.** (Tesis de maestría inédita). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- (http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/cabrera_c_c/identific_evaluacion.htm; consultado el 07.08-2013).
- CENTRO REGIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATEGICO (CERPLAN). (2009). **Plan de Desarrollo Regional Concertado de la Región La Libertad 2010 - 2021.** (http://www.concytec.gob.pe/portalsinacyt/images/stories/corcytecs/lalibertad/pdrc_2010-2021.pdf; consultado el 05-07-2014)

- CERPER (2011). **Informes de ensayo según protocolo para monitoreo de efluentes.** (Informe semestral de reporte de efluentes y cuerpo marino receptor, APROCHICAMA, inédito).
- CORTEZ, R. (2010). **Calidad Sanitaria de las Aguas Naturales de Puerto Malabrigo, de Febrero 2009 a Junio 2010.** (Tesis doctoral inédita). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE DE PESQUERÍA (DINAMA PESQUERA). (2004). **Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la Industria de Harina y Aceite de Pescado.**
(<http://www.ingenieroambiental.com/4014/harina.pdf>; consultado el 02-03-2014)
- GOYENOLA, G. (2007). **Guía para la Utilización de Valijas viajeras.** Red de Monitoreo de Ambiental Participativo (RED MAPSA). Uruguay.
- MINISTERIO DE AMBIENTE (2008). **Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA). D.S. N°002-2008 MINAM.**
(http://www.ana.gob.pe/media/664662/ds_002_2008_minam.pdf; consultado el 01-02-2015)
- ONU - 2010, ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. **Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2011.**
(http://www.undp.org/cu/documentos/MDG_Report_2011_SP.pdf; consultado el 11-07-2104)
- VASQUEZ, A. (2005). **Impacto de la Industria Pesquera sobre el Sistema Marino Litoral de Puerto Malabrigo; Mayo-Diciembre del 2003.** (Tesis doctoral inédita). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- SCOTIABANK (2012). DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS – **Sector Pesca: Harina y Aceite de Pescado - Situación Actual. Pág. 1.**
(http://www.asesoriasentesis.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3244:sector-pesca-harina-y-aceite-de-pescado-situacion-actual&catid=7&Itemid=25; consultado el 30-03-2015)